

اثرات سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر بر خواص ژل حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجری (*Parapenaeopsis stylifera*)

سید مهدی حسینی^{۱*}، بهاره شعبانپور^۲، سید علی جعفرپور^۲، علی شعبانی^۲، سید یوسف پیغمبری^۲

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۲. گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

تأثیر سفیده تخم مرغ (EW) و عصاره پروتئین آب پنیر (WPC) در مقادیر ۰/۵ تا ۵ درصد بر خصوصیات ژل تولید شده از گوشت چرخ شده میگوی خنجری (*Parapenaeopsis stylifera*) مورد بررسی قرار گرفت. ویژگیهای بافتی ژلهای تولیدی تا میزان مشخصی از افزودنیها (EW ۳٪ و WPC ۱٪) بهبود یافته و افزایش بیشتر EW و WPC ویژگیهای بافتی را تنزل بخشید ($P \leq 0/05$). عامل اصلی در افزایش خصوصیات بافتی، اثر بازدارندگی پروتئینازها در این افزودنیها می باشد همچنانکه کاهش میزان پپتیدهای محلول در TCA در ژلهای تولیدی این موضوع را اثبات نمود. میزان رطوبت تحت فشار ژلها با افزایش میزان افزودنیهای پروتئینی کاهش یافت که نشان دهنده وارد شدن میزان آب بیشتر در شبکه سه بعدی ژل می باشد. الگوی الکتروفورز SDS-PAGE نشان داد که شدت باند مربوط به زنجیره سنگین میوزین (MHC) کاهش پیدا نموده و بنابراین ترقی ویژگیهای بافتی ژلها از روشی بجز پلیمریزاسیون MHC صورت گرفته است. عکسهای میکروسکوپ الکترونی گرفته شده از ژلهای مختلف نشان می دهند که در ژلهای ساخته شده با اضافه کردن EW و WPC علاوه بر شبکه پروتئینی ایجاد شده بین پروتئین های میوفیبریل گوشت میگو یک توده ژلاتینی پروتئینی دیگر نیز مشاهده می شود که باعث افزایش خصوصیات بافتی ژلها شده است. در عین حال سفیده تخم مرغ شاخصهای رنگ ژل را نیز بهبود بخشید. بنابراین افزودنیهای EW و WPC می توانند نقش مهمی را در افزایش خصوصیات ژل حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجری ایفا نمایند.

واژگان کلیدی: سفیده تخم مرغ، عصاره پروتئین آب پنیر، ژل، میگوی خنجری

* نویسنده مسؤول، پست الکترونیک: mehdi_1520@yahoo.com

۱. مقدمه

یکی از مهمترین خواص کاربردی پروتئینها در صنایع غذایی، میزان توانایی آنها در تولید ژل^۱ می باشد (Pares and Ledward, 2001 و Pares *et al.*, 1998). مهمترین روش تولید ژل از گوشت آبزیان، استفاده از حرارت می باشد (Tabilo-Monizaga and Barbosa-C'anovas, 2004) تا در وهله اول پیوندهایی که بین زنجیره های پلی پپتیدی پروتئینها وجود دارد از بین رفته و بدین ترتیب ساختمانهای چهارم، سوم و دوم پروتئینها فرو ریخته و در حقیقت پروتئینها دناتوره شوند و در مرحله دوم بتدریج و به آرامی انواع مختلفی از پیوندهای جدید شامل پیوندهای هیدروژنی، یونی، هیدروفوبیک^۲، کووالانسی دی سولفیدی بین زنجیرهای پلی پپتیدی میوزین تشکیل شده (Gilleland and Lanier, 1997) و یک شبکه بزرگ سه بعدی بین مولکولهای پروتئین میوزین تشکیل گردد که همان ژل می باشد (Lanier, 1991). این شبکه، میزان زیادی آب را نیز در خود محبوس می کند (Sano *et al.*, 1988).

در حدود دو دهه قبل مشخص گردید که اضافه کردن یک سری مواد به گوشت چرخ شده یا سوریمی جلوی فعالیت آنزیمهای تجزیه کننده پروتئین (پروتئاز^۳، پروتئیناز^۴ یا آنزیم های پروتئولیتیک^۵) را می گیرد (Wasson *et al.*, 1992، Morrissey *et al.*, 1993) و (Benjakul *et al.*, 2001). از جمله این مواد که بیشترین کاربرد را در صنعت دارند می توان به پروتئین پلاسما گاو^۵ (BPP)، سفیده تخم مرغ^۶ (EW) و عصاره پروتئین آب پنیر^۷ (WPC) اشاره نمود (Kang and Lanier, 2000). در حقیقت صنعت تولید سوریمی از ماهی نرم باله اقیانوس آرام^۸ که امروزه در بین ماهیان مورد استفاده برای ساخت سوریمی در جهان رتبه دوم را دارد با کشف اثر این بازدارنده ها در سال ۱۹۹۱ شکل گرفت (Morrissey and Tan, 2000).

با اینکه آثار مثبت افزودنی های پروتئینی در کیفیت ژل حاصل از گوشت چرخ شده و سوریمی ماهی در پژوهش های مختلف به اثبات رسیده، پژوهش های بسیار کمی در رابطه با اثر این افزودنیها روی میگو انجام شده (Tammattinna *et al.*, 2007) و با توجه به کم ارزش بودن میگوی خنجر می توان از نتایج این پژوهش در راستای افزایش ارزش افزوده^۹ این میگو استفاده نمود. هدف ما در این تحقیق، بهبود خواص و کیفیت ژل حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجر برای استفاده در فرآورده های آماده مصرف در صنعت تولید محصولات غذایی بر پایه مینس و سوریمی می باشد.

۲. مواد و روشها

۲-۱- تامین میگو و انتقال به آزمایشگاه

میگوهای خنجر که بتازگی از مناطق صید آبادان برداشت شده بودند بسته بندی و فریز شده و به سرعت از طریق هوایی و زمینی به آزمایشگاه شیمی فرآورده های شیلاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند.

۲-۲- آماده سازی میگو و ساخت ژل از آنها^{۱۰}

میگوهای بسته بندی شده از حالت فریز خارج شده و بعد از جدا کردن گوشت میگو از بخش سرسینه و امعاء و احشاء، ادامه دستگاه گوارش و تناسلی نیز از بخش پشتی خارج شدند. گوشت به دست آمده با دستگاه مولینکس خرد شده و به نسبت ۲/۵٪ از وزن آن، نمک اضافه گردید (شعبانپور و همکاران، ۱۳۸۵) تا یک سل چسبناک و هموژن از آن ایجاد شود. افزودنیها شامل مقادیر مختلف از پودر سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر (از ۰/۵ تا ۵٪) به سلها اضافه شده و در مجاورت یخ به طور کامل در گوشت آمیخته شدند. نمونه های سل سپس با فشار وارد پوششهای سوسیس پلی آمیدی به قطر ۲۵ میلیمتر شده و دو طرف آن به طور محکم گره زده می شود. این نمونه ها در ادامه به مدت ۲۰ دقیقه وارد بن ماری با دمای آب ۹۰ درجه سانتیگراد می شدند تا تبدیل به ژل شوند. ژلهای تولید شده بلافاصله به آب یخ منتقل

1 gel

2 hydrophobic interactions

3 protease

4 proteinase

5 Proteolytic enzymes

رطوبت تحت فشار ژل بر اساس روش ان جی^{۱۳} (۱۹۷۸) به دست می آید؛ بدین ترتیب که یک قطعه ژل به ضخامت

۵ mm جدا شده و وزن آن یادداشت می شود، سپس دو عدد کاغذ صافی روی این قطعه ژل و سه عدد نیز در زیر آن قرار می دهند. در ادامه یک وزنه ۵ کیلوگرمی را به مدت ۲ دقیقه روی ژل قرار داده و پس از سپری شدن این زمان، نمونه ژل را خارج نموده و دوباره وزن می کنند. کاهش وزن ژل، بیانگر میزان رطوبت تحت فشار ژل می باشد.

۲-۶- الکتروفورز سدیم دو دسیل سولفات- پلی اکریل آمید^{۱۴} (SDS-PAGE)

آزمایش الکتروفورز طبق روش لاملی^{۱۵} (۱۹۷۰) انجام گرفت. برای این کار به میزان ۳ گرم از هر نمونه ژل جدا نموده و وارد ۲۷^{°C} از محلول ۵٪ SDS با دمای ۸۵^{°C} گردید. این مخلوط به مدت ۲ دقیقه هموزن شده و سپس به مدت ۱ ساعت وارد بن ماری با دمای ۸۵^{°C} شد تا پروتئین های آن به حالت محلول درآیند. در ادامه، این محلول به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۸۵۰۰g سانتریفیوژ گردید تا رسوبات غیرمحلول آن جدا گردد. ۱۰۰ میکرولیتر از سوپرناتانت نمونه برداشت شده و ۲۰۰ میکرولیتر بافر نمونه به آن اضافه می شود این محلول به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفته و سپس به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۸۰۰۰g سانتریفیوژ می شود. ۲۰ میکرولیتر نمونه از این محلول جدا شده و به دستگاه الکتروفورز تزریق می گردد. ژل بدست آمده به مدت ۱۶ الی ۲۰ ساعت وارد محلول رنگ آمیزی شده و سپس به مدت ۱ تا ۲ روز در محلول رنگ بری قرار می گیرد تا زمینه ژل شفاف شده و باند های پروتئینی با وضوح بیشتری دیده شوند.

۲-۷- بررسی ساختار میکروسکوپ الکترونی ژلها

شده و به مدت حدود ۴۵ دقیقه در آن باقی ماندند. ژلها سپس به یخچال با دمای ۴ درجه سانتیگراد منتقل شده و حدود ۱۲ ساعت در آن باقی ماندند تا برای انجام آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی آماده شوند (Lanier, 1992).

۳-۲- بافت سنجی^۱

برای انجام آزمایشات بافت سنجی، نمونه های ژل از یخچال خارج شده، با محیط آزمایشگاه هم دما شده و سپس از هر نمونه ژل، ۶ قطعه استوانه ای به طول ۲۰mm جدا گردید که مورد آزمایش رسوخ^۲ شامل تعیین میزان استحکام^۳ (برحسب گرم) و تغییرشکل پذیری^۴ (برحسب سانتی متر) و همینطور آزمایش آنالیز پروفیل بافتی^۵ (TPA) قرار گرفتند.

برای اندازه گیری استحکام و تغییر شکل پذیری از یک سوند^۶ کروی با قطر ۵mm استفاده گردید که با سرعت ۶۰ mm/min وارد نمونه می شد و برای انجام آنالیز پروفیل بافتی از یک پروب استوانه ای با قطر ۵۰/۸ mm استفاده شد که با سرعت ۶۰ mm/min و با ۳۵٪ تغییر شکل فشاری به نمونه برخورد نموده و پارامتر سختی^۷، خاصیت صمغی^۸ و قابلیت جویدن^۹ را اندازه گیری می نمود (Jafarpour and Gorczyca, 2009).

۴-۲- تعیین رنگ

تعیین رنگ نمونه های ژل توسط دستگاهی به نام رنگ سنج^{۱۰} انجام شده و مؤلفه های L* (روشنی^{۱۱})، a* (بعد سرخی به سبزی) و b* (بعد زردی به آبی) در این دستگاه مورد اندازه گیری قرار گرفتند.

۵-۲- تعیین میزان رطوبت تحت فشار^{۱۲}

- 1 texture analysis
- 2 puncture
- 3 strength
- 4 deformation
- 5 Texture Profile Analysis
- 6 probe
- 7 hardness
- 8 gumminess
- 9 chewiness
- 10 colorimeter
- 11 lightness
- 12 expressible moisture

13 Ng

14 Sodium Dodecyl Sulfate- Poly Acrylamide Gel

Electrophoresis

15 Laemmli

۹-۲- تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل نتایج از آنالیز واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین داده ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵٪ استفاده شد. قبل از تجزیه واریانس، نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون کلمو-گروف-اسمیرنوف و همگنی واریانسها با استفاده از آزمون لون بررسی گردید. برای تجزیه و تحلیل نتایج، از نرم افزار SPSS استفاده گردید.

۳. نتایج

سفیده تخم مرغ در مقادیر ۰/۵ و ۱٪ نتوانست در استحکام ژل حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجرى نسبت به ژلهای فاقد سفیده تغییری ایجاد کند ($P > 0/05$)؛ با اینحال سفیده تخم مرغ در مقادیر بالاتر (۳ و ۵ درصد) میزان استحکام ژلها را افزایش داد ($P \leq 0/05$) (جدول ۱).

عصاره پروتئین آب پنیر نیز در مقادیر مختلف (۰/۵ تا ۵ درصد) نتوانست استحکام ژلهای ساخته شده را افزایش دهد ($P > 0/05$) (جدول ۱).

میزان تغییر شکل پذیری ژلهای ساخته شده از گوشت چرخ شده میگوی خنجرى حاوی سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر نسبت به ژلهای فاقد این افزودنیها اختلاف معنی داری نشان نداد ($P > 0/05$) (جدول ۲).

سفیده تخم مرغ در مقادیر ۱ تا ۵ درصد سختی ژلهای ساخته شده را افزایش داد و بیشترین میزان افزایش در میزان ۳ درصد اتفاق افتاد ($P \leq 0/05$) (جدول ۳).

برای عکس گرفتن از ژل ها با میکروسکوپ الکترونی ابتدا باید نمونه های ژل تثبیت و آگیری شده و سپس تحت انجماد خشک^۱ قرار گیرند. برای تثبیت ژل ها، تکه های بسیار کوچکی از نمونه های ژل بریده شده (کوچکتر از عدس) و به مدت ۲ ساعت وارد محلول گلو تار آلدئید ۲/۵٪ بافر فسفات ۰/۲ M (pH=۷/۲) شدند. نمونه های تثبیت شده برای آگیری از این محلول خارج شده و به ترتیب وارد محلول های الککل ۵۰٪، ۷۰٪، ۸۰٪، ۹۰٪ و ۱۰۰٪ شدند. تکه های ژل در هر محلول حدود نیم ساعت باقی ماندند. تکه های نمونه ژل به مدت ۴ ساعت در دستگاه Freez dryer خشک شده و سپس مراحل آماده سازی برای گرفتن عکس های میکروسکوپ الکترونی را پشت سر گذاشتند. برای آماده سازی، نمونه ها به مدت ۲۲۰ ثانیه توسط روش اسپاترینگ^۲ و تحت خلأ با حضور گاز آرگن با طلا پوشیده شدند. سپس نمونه ها وارد میکروسکوپ نوع الکترونی روبشی گسیل میدانی^۳ شده و توسط ردیاب^۴ نوع الکترون ثانویه^۵ (SE) تصویر برداری شدند.

۸-۲- تعیین میزان پپتیدهای محلول در اسید تری کلرو استیک (TCA)

برای تعیین میزان پپتیدهای محلول در TCA در ژلهای ساخته شده به روش موریسی و همکاران (۱۹۹۳) عمل شد. در این روش ۳ گرم از هر نمونه ژل جدا شده و با سرعت ۱۹۰۰۰ دور در دقیقه در ۲۷^{CC} از محلول ۵٪ TCA هموزن گردید. محلول هموزن شده بمدت ۱ ساعت وارد یخ گردیده و سپس بمدت پنج دقیقه در سانتریفیوژ یخچالدار بادور ۵۰۰۰g قرار گرفت. میزان پپتیدهای محلول در مایع شفاف (سوپرناتانت) به روش لوری و بر حسب میلی گرم پپتید در هر گرم نمونه اندازه گیری شد.

1 dry freezing

2 sputtering

3 field-emission scanning electorn microscope

4 detector

5 Secondary Electron

6 Lowry

جدول ۱. تاثیر غلظت‌های مختلف سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر بر میزان استحکام ژلهای حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجری

میزان سفیده تخم مرغ	استحکام	میزان عصاره پروتئین آب پنیر	استحکام
۰	۹۷/۶۶±۱۴/۰۴c	۰	۹۷/۶۶±۱۴/۰۴
۰/۵	۹۹/۳۳±۱۲/۶۶c	۰/۵	۱۰۰/۳۳±۹/۶۰
۱	۱۱۳/۰۰±۶/۵۵bc	۱	۱۲۰/۰۰±۱۱/۱۳
۳	۱۳۵/۶۶±۱۱/۲۳a	۳	۱۱۰/۳۳±۱۱/۰۶
۵	۱۲۳/۰۰±۶/۰۰ab	۵	۱۰۸/۰۰±۸/۱۸

داده ها بصورت انحراف معیار± میانگین ارائه شده است. حروف غیر مشترک در یک ستون بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح ۵٪ می باشد.

جدول ۲. تاثیر غلظت های مختلف سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر بر میزان تغییر شکل پذیری ژلهای حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجری

میزان سفیده تخم مرغ	تغییر شکل پذیری	میزان عصاره پروتئین آب	تغییر شکل پذیری
۰	۵/۱۵±۰/۲۶	۰	۵/۱۵±۰/۲۶
۰/۵	۵/۳۲±۰/۱۸	۰/۵	۵/۱۰±۰/۴۷
۱	۵/۱۲±۰/۰۹	۱	۴/۷۳±۰/۱۳
۳	۴/۷۷±۰/۳۷	۳	۴/۴۱±۰/۴۲
۵	۵/۰۹±۰/۲۸	۵	۴/۸۹±۰/۳۸

داده ها بصورت انحراف معیار± میانگین ارائه شده است. حروف غیر مشترک در یک ستون بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح ۵٪ می باشد.

جدول ۳. تاثیر غلظتهای مختلف سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر بر سختی، خاصیت صمغی و قابلیت جویدن ژلهای حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجری

غلظت سفیده تخم مرغ	سختی	خاصیت صمغی	قابلیت جویدن	عصاره پروتئین آب پنیر	سختی	خاصیت صمغی	قابلیت جویدن
۰	۱۰۶۳/۶۶±۱۲/۶۶c	۸۳۶/۰۳±۹/۶۸e	۳۲/۹۶±۱/۰۲c	۰	۱۰۶۳/۶۶±۱۲/۶۶c	۸۳۹/۰۳±۹/۶۸c	۳۲/۹۶±۱/۰۲c
۰/۵	۱۰۹۳/۶۶±۱۸/۹۰c	۹۲۶/۹۳±۴/۰۶d	۳۰/۶۰±۰/۶۵d	۰/۵	۱۱۰۷/۶۶±۱۴/۰۴b	۸۴۵/۹۳±۵/۶۲c	۳۵/۵۶±۰/۹۵c
۱	۱۲۲۷/۳۳±۳۰/۴۳b	۹۸۴/۷۳±۱۳/۱۱c	۳۶/۲۰±۱/۳۷b	۱	۱۲۷۴/۰۰±۲۸/۹۳a	۱۰۳۲/۷۶±۷/۱۴a	۳۹/۵۰±۱/۴۷a
۳	۱۳۲۰/۶۶±۲۳/۸۶a	۱۱۴۶/۲۰±۷/۷۳a	۴۱/۷۳±۰/۹۶a	۳	۱۲۵۹/۶۶±۱۷/۸۹a	۹۵۵/۳۳±۱۳/۹۷b	۴۴/۳۶±۲/۴۱b
۵	۱۲۶۷/۶۶±۲۴/۵۴b	۱۰۶۲/۸۳±۴۴/۰۵b	۳۶/۴۶±۰/۶۱b	۵	۱۱۱۴/۰۰±۷/۵۴b	۹۴۸/۳۳±۶۳/۱۵b	۴۳/۸۳±۱/۷۰b

داده ها بصورت انحراف معیار± میانگین ارائه شده است. حروف غیر مشترک در یک ستون بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح ۵٪ می باشد.

جویدن ژلهای نیز در میزان ۳ درصد سفیده تخم مرغ روی داد (جدول ۳).

عصاره پروتئین آب پنیر میزان سختی ژلهای ساخته شده از گوشت میگو را نسبت به ژلهای فاقد این افزودنی افزایش داده و بیشترین مقدار افزایش در میزان ۳٪ عصاره اتفاق افتاد ($P \leq 0.05$) (جدول ۳).

خاصیت صمغی ژلهای ساخته شده از گوشت چرخ شده حاوی سفیده تخم مرغ در تمام مقادیر نسبت به نمونه‌های فاقد سفیده افزایش یافت و بیشترین افزایش در میزان ۳٪ اتفاق افتاد ($P < 0.05$) (جدول ۳).

قابلیت جویدن ژلهای ساخته شده از گوشت میگوی حاوی سفیده تخم مرغ نیز نسبت به ژلهای شاهد اختلاف معنی داری داشت ($P \leq 0.05$) و بیشترین افزایش قابلیت

سفیده تخم مرغ در تمام مقادیر (۰/۵ تا ۵ درصد) شاخص L^* رنگ را در ژلهای ساخته شده از گوشت چرخ شده میگو افزایش داده و بیشترین افزایش این شاخص در میزان ۵ درصد اتفاق افتاد ($P \leq 0/05$) (جدول ۴).

خاصیت صمغی و قابلیت جویدن ژلهای ساخته شده از گوشت میگوی حاوی WPC در مقادیر ۱ تا ۵٪ نسبت به ژلهای فاقد این افزودنی افزایش داشته و بیشترین افزایش در میزان ۱ درصد از WPC روی داد ($P < 0/05$) (جدول ۳).

جدول ۴. تاثیر غلظت های مختلف سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر بر پارامترهای رنگ ژلهای حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجری

میزان سفیده تخم مرغ	L^*	a^*	b^*	میزان عصاره پروتئین آب پنیر	L^*	a^*	b^*
۰	$70/81 \pm 0/33^c$	$10/35 \pm 0/47a$	$5/56 \pm 0/39$	۰	$70/81 \pm 0/33$	$10/35 \pm 0/47b$	$5/56 \pm 0/39b$
۰/۵	$72/29 \pm 0/31^d$	$10/29 \pm 0/10a$	$6/03 \pm 0/16$	۰/۵	$70/84 \pm 1/01$	$10/42 \pm 0/14b$	$5/43 \pm 0/13b$
۱	$73/70 \pm 0/10^c$	$9/81 \pm 0/29^{ab}$	$5/90 \pm 0/08$	۱	$71/13 \pm 1/39$	$11/32 \pm 0/29a$	$5/42 \pm 0/21b$
۳	$75/17 \pm 0/20^b$	$9/52 \pm 0/38b$	$6/13 \pm 0/20$	۳	$71/45 \pm 0/41$	$10/68 \pm 0/08b$	$5/53 \pm 0/08b$
۵	$77/63 \pm 1/43^a$	$8/84 \pm 0/21c$	$6/04 \pm 0/14$	۵	$70/97 \pm 0/45$	$10/72 \pm 0/09b$	$6/03 \pm 0/13a$

داده ها بصورت انحراف معیار \pm میانگین ارائه شده است. حروف غیر مشترک در یک ستون بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح ۵٪ می باشد.

یک از تیمارها تفاوت معنی داری نداشت ($P > 0/05$) اما شاخص a^* فقط در تیمار ۱٪ و شاخص b^* فقط در تیمار ۵٪ با بقیه تفاوت داشته و از همه بیشتر بودند (جدول ۴). سفیده تخم مرغ در مقادیر ۳ و ۵ درصد رطوبت تحت فشار را در ژلهای ساخته شده کاهش داد. ($P \leq 0/05$) و عصاره پروتئین آب پنیر در تمام مقادیر این کار را انجام داده و بیشترین کاهش نیز مربوط به مقادیر ۳ و ۵ درصد بودند ($P \leq 0/05$) (جدول ۵).

شاخص a^* رنگ ژلهای ساخته شده از گوشت میگوی خنجری حاوی سفیده تخم مرغ در مقادیر ۳ و ۵ درصد نسبت به ژلهای فاقد این افزودنی کاهش داشته و میزان این کاهش در تیمارهای حاوی ۵٪ سفیده بیشتر بود ($P \leq 0/05$) (جدول ۴).

شاخص b^* رنگ ژلهای ساخته شده از گوشت میگوی حاوی سفیده تخم مرغ در تمام مقادیر (۰/۵ تا ۵٪) اختلاف معنی داری نشان نداد ($P > 0/05$) (جدول ۴). شاخص L^* رنگ ژلهای ساخته شده از گوشت چرخ شده میگوی خنجری حاوی عصاره پروتئین آب پنیر در هیچ

جدول ۵. تاثیر غلظتهای مختلف سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر بر میزان رطوبت تحت فشار ژلهای حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجری

میزان سفیده تخم مرغ	رطوبت تحت فشار	میزان عصاره پروتئین آب پنیر	رطوبت تحت فشار
۰	$31/22 \pm 1/37a$	۰	$31/22 \pm 1/37a$
۰/۵	$31/18 \pm 0/61a$	۰/۵	$30/25 \pm 1/15ab$
۱	$29/19 \pm 1/25a$	۱	$28/69 \pm 0/44b$
۳	$25/27 \pm 1/96b$	۳	$23/15 \pm 0/27c$
۵	$23/21 \pm 1/52b$	۵	$22/65 \pm 0/56c$

داده ها بصورت انحراف معیار \pm میانگین ارائه شده است. حروف غیر مشترک در یک ستون بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح ۵٪ می باشد.

TCA را در ژلها کاهش داده و در مورد این افزودنی نیز بیشترین کاهش مربوط به میزان ۰.۵٪ بود ($P \leq 0.05$) (جدول ۶).

سفیده تخم مرغ در تمام مقادیر پپتیدهای محلول در TCA را در ژلهای ساخته شده کاهش داده و بیشترین کاهش مربوط به میزان ۰.۵٪ بود؛ در حالیکه عصاره پروتئین آب پنیر در مقادیر ۱ تا ۰.۵٪ پپتیدهای محلول در

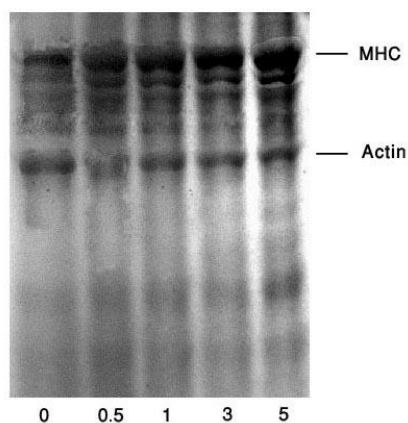
جدول ۶. تاثیر غلظتهای مختلف سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر بر میزان پپتیدهای محلول در TCA در ژلهای حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجر

میزان پپتیدهای محلول در TCA	عصاره پروتئین آب پنیر	میزان پپتیدهای محلول در TCA	میزان سفیده تخم مرغ
۲۱/۹۹±۱/۲۹a	۰	۲۲/۴۱±۱/۴۶a	۰
۲۰/۵۰±۰/۶۷a	۰/۵	۱۸/۵۴±۱/۱b	۰/۵
۱۵/۹۸±۱/۰۸b	۱	۱۷/۹۹±۰/۴۲b	۱
۱۴/۴۷±۰/۸۵b	۳	۱۷/۱۳±۰/۶۶b	۳
۱۱/۹۴±۰/۷۲c	۵	۱۵/۲۰±۱/۰۹c	۵

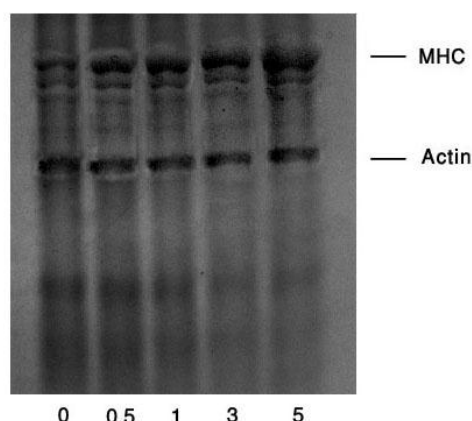
داده ها بصورت انحراف معیار \pm میانگین ارائه شده است. حروف غیر مشترک در یک ستون بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح ۰.۵٪ می باشد.

مخصوصا در مقادیر بالا از پلیمریزه شدن زنجیر سنگین میوزین جلوگیری نمودند. با اینحال شدت باند مربوط به پروتئین اکتین در اثر اضافه کردن این افزودنیها در مقادیر مختلف تغییر محسوس ننموده است.

همانطورکه در شکل ۱ دیده می شود اضافه کردن سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر به گوشت چرخ شده میگوی خنجر باعث شد تا باند مربوط به زنجیر سنگین میوزین به میزان بیشتری حفظ شده و این افزودنیها



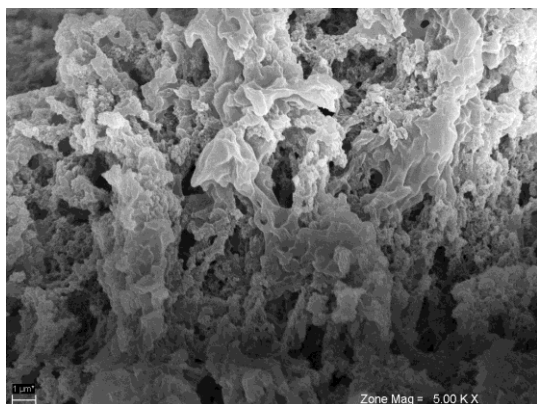
ب



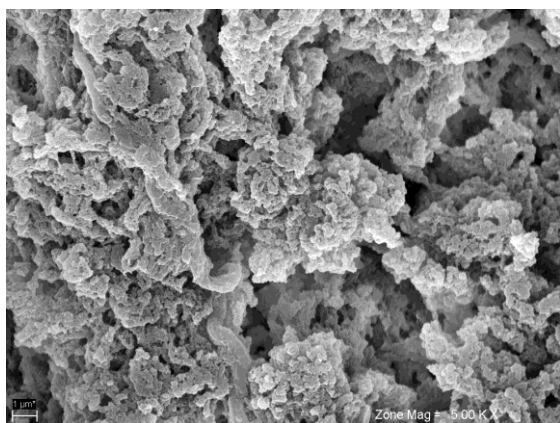
الف

شکل ۱. لگوی SPS-PAGE در ژلهای حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجر حاوی مقادیر مختلف از سفیده تخم مرغ (الف) و عصاره پروتئین آب پنیر (ب) (۰ تا ۵٪) MHC=زنجیره سنگین میوزین

بین این دو نوع پروتئین ایجاد نشده و هرکدام از آنها باندهای مربوط به خود را دارند.



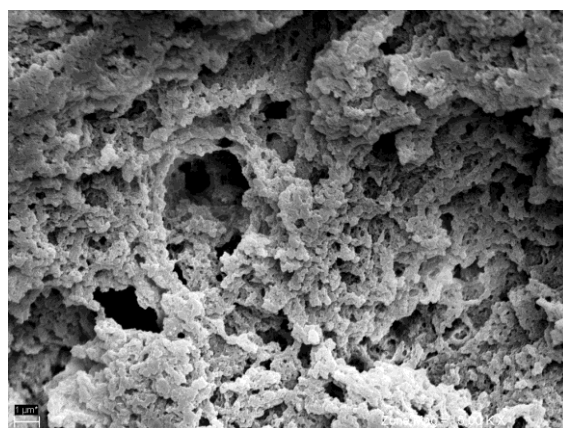
شکل ۳. عکس میکروسکوپ الکترونی از ژلهای گوشت چرخ شده میگوی خنجرى حاوی میزان بهینه سفیده تخم مرغ و تولید شده در حرارت مستقیم



شکل ۴. عکس میکروسکوپ الکترونی از ژلهای ساخته شده با گوشت چرخ شده میگوی خنجرى در حرارت مستقیم و حاوی میزان بهینه عصاره پروتئین آب پنیر

۱- در شکل ۴ عکس میکروسکوپ الکترونی از ژلهای حاصل از گوشت چرخ شده میگوی خنجرى حاوی میزان بهینه عصاره پروتئین آب پنیر (۱٪) و تولید شده در حرارت مستقیم دیده می شود. در این عکس نیز مانند عکس قبلی دو بخش متمایز از توده های پروتئین دیده می شود: بخش مربوط به عصاره پروتئین آب پنیر بصورت یک جریان مارپیچ در داخل شبکه پروتئین مربوط به

در شکل ۲ عکس میکروسکوپ الکترونی از ژلهایی دیده می شود که در حرارت مستقیم (90°C) از گوشت چرخ شده میگوی خنجرى تولید شده اند. در این شکل تجمعات کروی^۱ پروتئین دیده می شوند که در کنار هم رشته ها یا فیبرهایی را تشکیل داده اند که در جهات مختلف قرار گرفته (Disoriented fibrils) و این رشته ها در نهایت باهم تشکیل یک شبکه توری مانند (Network) را داده اند. چشمه های مختلف در بین این شبکه توری مانند دیده می شود که از اندازه های یکنواختی برخوردار نبوده و از چشمه های کوچک تا حفرات بزرگ در بین آنها دیده می شود.



شکل ۲. عکس میکروسکوپ الکترونی از ژلهای تولید شده از گوشت چرخ شده میگوی خنجرى در حرارت مستقیم

در شکل ۳ عکس میکروسکوپ الکترونی از ژلهایی دیده می شود که با اضافه کردن میزان بهینه سفیده تخم مرغ (۳٪) و در حرارت مستقیم تولید شده اند. در این شکل دو نوع پروتئین دیده می شود که از نظر ماهیت کاملاً از یکدیگر متمایز هستند؛ پروتئین سفیده تخم مرغ که در قالب توده های ژلاتین و با یک سطح صاف مانند توده های مذاب آتشفشانی در بستر شبکه های پروتئین گوشت میگو - که بصورت یک مجموعه فشرده^۲ متشکل از رشته های پروتئین می باشد - قرار گرفته اند. همانطور که در شکل دیده می شود، هیچگونه پیوند یا ارتباطی

1 globular aggregate
2 compact

میگوی حاوی EW و WPC نیز نشان داده شده است (جدول ۶). با افزایش میزان افزودنیهای پروتئینی به گوشت، میزان پپتیدهای محلول در TCA کاهش پیدا کرده است. اضافه کردن مقادیر حداکثر از EW و WPC (۵٪) به گوشت چرخ شده میگوی خنجر، میزان پپتیدهای محلول در TCA را به ترتیب به میزان ۳۲/۲٪ و ۴۵/۷٪ کاهش داد. مکانیسم دیگری که طی آن افزودنی های پروتئینی توانستند کیفیت بافت ژلهای حاصل شده از گوشت میگو را افزایش دهند، مکانیسم بایندینگ^۱ می باشد (Benjakul et al., 2001 و Rawdkuen et al., 2004a). طبق این مکانیسم، پروتئینهای سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر نیز در کنار پروتئینهای میوزین شبکه سه بعدی ژل را تشکیل می دهند که در نهایت به افزایش خصوصیات بافتی آن منجر می شود. طبق نظر فوئه جدیدنگ^۲ و همکاران، فیبرینوژن و میوزین در مشارکت با یکدیگر ژلی ساختند که از ژلهای ساخته شده از هرکدام از آنها به تنهایی (فیبرینوژن یا میوزین) قوی تر بود.

همانطور که قبلا عنوان گردید با اضافه کردن مقادیر بیشتر از ۳٪ و ۱٪ EW و WPC به گوشت چرخ شده میگوی خنجر، بیشتر خصوصیات بافتی ژلهای کاهش یافتند (جدول ۱، ۲ و ۳). علت تضعیف خصوصیات بافتی در اثر استفاده بیش از حد از افزودنیها ممکن است به دو عامل برگردد؛ اولاً افزایش نسبت این افزودنیها منجر به کاهش نسبت و تراکم میوزین و در نتیجه کاهش میزان شبکه بندی در بین پروتئینهای میوزین شده و ثانیاً میزان بالای افزودنیها ممکن است باعث ایجاد اختلال در ایجاد شبکه سه بعدی بین مولکولهای میوزین گردد (Benjakul et al., 2004a و Rawdkuen et al., 2004b). Yamashita et al., 2000 (Visessanguan et al., 2000). گزارش نمودند که افزودن ۱ و ۵٪ کازئین به سوریمی نوعی ماهی پولاک^۴، نسبت میوزین را به ترتیب

گوشت چرخ شده میگوی خنجر دیده می شود. در این ژلهای نیز هیچگونه تداخلی بین توده های پروتئینی مربوط به گوشت چرخ شده و عصاره پروتئین آب پنیر دیده نشده و این دو توده بدون تشکیل هیچگونه باندی در کنار یکدیگر دیده می شوند.

۴. بحث و نتیجه گیری

سفیده تخم مرغ (EW) و عصاره پروتئین آب پنیر (WPC) خصوصیات بافت ژلهای ساخته شده از گوشت چرخ شده میگوی خنجر را نسبت به ژلهای فاقد این افزودنی ها تغییر دادند (جدول ۱، ۲ و ۳). افزایش خصوصیات بافتی در بیشتر شاخصهای تعیین کیفیت بافت ژلهای تا میزان مشخصی ادامه یافته (۳٪ در مورد سفیده تخم مرغ و ۱٪ در مورد عصاره پروتئین آب پنیر) و سپس کاهش یافت. این وضعیت در بیشتر پژوهشهای انجام شده در مورد تأثیر افزودنی های پروتئینی روی کیفیت ژلهای حاصل از مینس و سوریمی آبیان دیده می شود (Yongsawatdigul and Piyadhamviboon, 2004، Benjakul et al., 2004، Rawdkuen et al., 2005، Rawdkuen et al., 2004a، Kang and Eakpetch et al., 2008، Lanier, 1999). علت افزایش کیفیت بافت ژلهای در اثر اضافه کردن EW و WPC به گوشت چرخ شده میگو به دو عامل بر می گردد؛ اول اینکه این افزودنیها از عواملی برخوردار بودند که جلوی عمل آنزیم های تجزیه کننده پروتئین (پروتئیناز) که در گوشت موجود بوده و در دماهای بالا در هنگام تبدیل سل به ژل فعال می شوند را می گیرند (Morrissey et al., 1993، Wasson et al., 1992، Benjakul et al., 2001). یکی از حساس ترین انواع پروتئینهای میوفیبریل در این زمینه، پروتئین میوزین می باشد (Benjakul et al., 2003b). عوامل موجود در این افزودنیها با پروتئینازهای موجود در گوشت ترکیب شده و از دسترسی مولکولهای میوزین برای این پروتئینازها به عنوان سوبسترا جلوگیری می کنند (Wan et al., 1994). این موضوع در آزمایش تعیین پپتیدهای محلول در TCA در ژلهای حاصل از گوشت چرخ شده

1 binding

2 Foegeding

3 Yamashita

4 walleye pollack

به میزان ۹ و ۳۲٪ کاهش داده و باعث کاهش استحکام ژلهای تولیدی گردید.

میزان رطوبت تحت فشار ژلهای ساخته شده از گوشت میگو با اضافه کردن EW و WPC کاهش پیدا نموده و میزان این کاهش در مقادیر بالاتر افزودنیهای پروتئینی بیشتر بود (جدول ۵). ژلهایی که حاوی ۵٪ EW و WPC بودند نسبت به ژلهای فاقد افزودنی به ترتیب به میزان ۲۵/۷ و ۲۷/۴٪ میزان رطوبت تحت فشار موجود در ژل را کاهش دادند. کاهش رطوبت تحت فشار به این معنی می باشد که میزان آب بیشتری در شبکه ژل حفظ شده است (Niwa, 1992). باینحال بیشترین قوام بافتی ژلها در مقادیر حداکثر افزودنیها اتفاق نیفتاد. اضافه کردن افزودنیهای پروتئینی تا یک میزان مشخص از یک طرف از تجزیه پروتئینهای میوفیبریل جلوگیری نموده و از طرف دیگر میزان بیشتری از آب را وارد شبکه سه بعدی ژل نموده که نتیجه آن، افزایش خصوصیات بافتی ژلها می باشد (Rawdkuen et al., 2004b) اما با افزایش میزان افزودنیهای پروتئینی، میزان بالایی از آب توسط این افزودنیها جذب شده، تعادل بین آب-پروتئین و پروتئین-پروتئین به هم خورده و میزان کمتری از آب وارد شبکه سه بعدی ژل شده که نتیجه آن کاهش خصوصیات بافتی ژلهای ساخته شده می باشد (Rawdkuen et al., 2004a).

الگوی پروتئینی ژلهای تولید شده از گوشت چرخ شده میگوی خنجر نشان می دهد که با اضافه کردن مقادیر افزودنیهای پروتئینی (EW و WPC) از ۵/۵ تا ۵۰/۵٪ باند مربوط به زنجیره سنگین میوزین (MHC) به میزان بیشتری حفظ می شود (شکل ۱)؛ بنابراین این افزودنیها نتوانستند مولکولهای بیشتری از میوزین را وارد شبکه سه بعدی ژل نموده، از تراکم آن کاسته و بدین ترتیب شدت باند مربوط به مولکولهای میوزین را کاهش دهند که علت آن احتمالا ایجاد اختلالی است که این افزودنیها در کار شبکه بندی مولکولهای میوزین ایجاد می کنند (Rawdkuen et al., 2004a). باینحال همانطور که دیده شد خصوصیات بافتی ژلهای ساخته شده تا میزان مشخصی از این افزودنیها

(۳٪ و ۱٪) بهبود یافت. دلیل این بهبود همانطور که نتایج این آزمایش نشان می دهند، افزایش پلیمریزه شدن^۱ مولکولهای زنجیر سنگین میوزین و توسعه شبکه سه بعدی مربوط به آن نبوده و دلیل این افزایش احتمالا به اثر بایندینگ این افزودنیها به همراه خاصیت جلوگیری از تأثیر پروتئینازها توسط آنها برمی گردد. شدت باند مربوط به پروتئین اکتین در اثر اضافه کردن افزودنیهای پروتئینی (EW و WPC) تحت تأثیر قرار نگرفته که با نتایج بسیاری از پژوهشهای انجام گرفته در این زمینه همسو می باشد (Benjakul et al., 2004a, Rawdkuen et al., 2005, et al., 2004a, Eakpetch et al., 2008). اکتین به عنوان پروتئینی در نظر رفته می شود که در مقایسه با زنجیر سنگین میوزین مقاوم بوده (ان و همکاران ۱۹۹۴) و با اینکه می تواند به عنوان یک سوبسترا برای آنزیمهای پروتئاز باشد اما پروتئین MHC ترجیح داده می شود (Benjakul et al., 2003a).

مقایسه عکسهای میکروسکوپ الکترونی از ژلهای ساخته شده در حرارت مستقیم بدون حضور افزودنیها و در حضور مقادیر بهینه افزودنیها (EW و WPC) به میزان ۳ و ۱٪ (اشکال ۲، ۳ و ۴) نشان می دهد که در هر سه نوع ژل شبکه سه بعدی توری مانند پروتئینی^۲ دیده می شود که هنگام عبور تدریجی از حالت سل به حالت ژل (Luo et al., 2008) و در هنگام حرارت دهی توسط پیوندهای کووالانسی دی سولفیدی و تداخلات هیدروفوبیک ایجاد می شوند. در عین حال در ژلهایی که با اضافه کردن EW و WPC ساخته شده اند نسبت به ژلهای فاقد این افزودنیها علاوه بر این شبکه پروتئینی، یک توده ژلاتینی پروتئینی نیز دیده می شود که بدون ایجاد تداخل با شبکه پروتئینی در کنار آن قرار گرفته و تشکیل ژل داده است. علت افزایش خصوصیات بافتی ژلهای دارای افزودنی نسبت به ژلهای شاهد (جداول ۱، ۲ و ۳) احتمالا به ایجاد این شبکه های مضاعف در کنار شبکه های متشکل از رشته های پروتئینی بر می گردد.

1 polymerization
2 protein mesh

ژل شده و در حالیکه عصاره پروتئین آب پنیر تأثیری بر کاهش کیفیت رنگ محصول ندارد سفیده تخم مرغ حتی کیفیت رنگ را افزایش می دهد؛ بنابراین اضافه کردن این افزودنیها تا مقادیر ۰.۳٪ و ۰.۱٪ به گوشت چرخ شده میگو در فرآورده های آماده مصرف میگو توصیه می گردد.

منابع

شعبانپور، ب.، شعبانی، ع.، معینی، س.، حامدی، م. و پورکبیره، م. ۱۳۸۵. اثرات شرایط مختلف شستشو بر ترکیب شیمیایی و خواص تولید ژل سوریمی کیلکای آنچوی (*Engrauliformis clupeonella*)، پژوهش و سازندگی، ۷۲: ۹۲ - ۸۴.

Alvarez, C., Couso, I. and Tejada, M. 1995. Sardine surimi gel as affected by salt concentration, blending heat treatment and moisture. *Journal of Food Science*, 60: 622-626.

An, H., Peters, M. Y., and Seymour, T. A. 1996. Roles of endogenous enzymes in surimi gelation. *Trends in Food Science and Technology*, 7: 321-326.

An, H., Seymour, T. A., Wu, J. and Morrissey, M. T. 1994. Assay systems and characterization of Pacific whiting (*Merluccius productus*) protease. *Journal of Food Science*, 59: 272-281.

Benjakul, S., and Visessanguan, W. 2003. Transglutaminase-mediated setting in bigeye snapper surimi. *Food Research International*, 36: 253-266.

Benjakul, S., Visessanguan, W. and Sriviali, C. 2001. Porcine plasma protein as proteinase inhibitor in bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) muscle and surimi. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 1039-1046.

Benjakul, S., Visessanguan, W., and Chantarasuwan, C. 2004b. Effect of porcine plasma protein and setting on gel properties of surimi produced from fish caught in Thailand. *LWT*, 37: 177-185.

Benjakul, S., Visessanguan, W., and Tueksuban, J. 2003c. Heat-activated proteolysis in lizardfish (*Saurida tumbil*) muscle. *Food Research International*, 36: 1021-1028.

Benjakul, S., Visessanguan, W., Tueksuban, J. and Tanaka, M. 2004a. Effect of some protein additives on proteolysis and gel-forming ability of lizardfish (*Saurida tumbil*). *Food Hydrocolloids*, 18: 395-401.

رنگ ژلهایی که با اضافه کردن سفیده تخم مرغ (EW) به گوشت چرخ شده میگو تولید گردیدند تحت تأثیر قرار گرفت ولی عصاره پروتئین آب پنیر (WPC) تأثیری بر رنگ ژلها نداشت (جدول ۴). رنگ محصولات بر پایه سوریمی در کنار بافت آنها از فاکتورهای اصلی برای پذیرش محصولات توسط مشتریان می باشند (Tabilo-Monizaga and Barbosa-C'anova, 2004).

فاکتور روشنی (L^*) با اضافه کردن سفیده تخم مرغ به ژلها از ۰.۵ تا ۰.۵٪ مرتبا افزایش یافته و بیشترین میزان روشنی در میزان ۰.۵٪ سفیده تخم مرغ اتفاق افتاد. ژلهای حاوی ۰.۵٪ سفیده تخم مرغ نسبت به ژلهای شاهد (فاقد سفیده) ۹/۶٪ روشن تر بودند. شاخص a^* نیز با اضافه کردن سفیده تخم مرغ -مخصوصا در مقادیر بالاتر- کاهش داشته ولی شاخص b^* تغییری نکرد. افزودنی های پروتئینی خونی شامل پروتئین پلاسمای گاوی (بنجاکول و همکاران، ۲۰۰۴_a و ریپون^۱ و بابیت^۲، ۱۹۹۳)، پروتئین پلاسمای مرغی (رادکون و همکاران، ۲۰۰۴_a و ۲۰۰۴_b) و پروتئین پلاسمای خوکی (بنجاکول و همکاران، ۲۰۰۱) میزان سفیدی ژلهای حاصل از سوریمی ماهی ها را کاهش دادند. در پژوهشهای دیگر سفیده تخم مرغ هیچ تأثیری روی سفیدی ژلهای حاصل از سوریمی ماهی دهان سوسماری نداشت (بنجاکول و همکاران، ۲۰۰۴_a). علت تفاوت به احتمال زیاد میزان سفیدی گوشت اولیه می باشد طوریکه گوشت اولیه ممکن است از میزانی از سفیدی برخوردار باشد که سفیده تخم مرغ دیگر نتواند آنرا سفیدتر کند. با اینحال علت اضافه کردن سفیده تخم مرغ به محصولات دریایی بر پایه سوریمی علاوه بر افزایش استحکام ژل، سفیدتر کردن و درخشنده تر کردن ظاهر محصول نیز می باشد (لی^۳ و همکاران، ۱۹۹۲ و پارک، ۲۰۰۰).

نتیجه گیری کلی : افزودن سفیده تخم مرغ و عصاره پروتئین آب پنیر به گوشت چرخ شده میگوی خنجر به ترتیب تا میزان ۰.۳٪ و ۰.۱٪ باعث بهبود خصوصیات بافتی

1 Reppon

2 Babbit

3 Lee

- Ng, C. S. 1978. Measurement of free and expressible drips. In: H. Hasegawa (Ed.), Laboratory manual on analytical methods and procedure for fish and fish products (pp. 1-2). New York, USA: Marcel Dekker.
- Niwa, E. 1992. Chemistry of surimi gelation. In T. C. Lanier and C. M. Lee (Ed.), Surimi technology (pp. 389-428). New York. Marcel Dekker, Inc.
- Pares, D., and Ledward, D. A. 2001. Emulsifying and gelling properties of porcine blood plasma as influenced by high-pressure processing. Food Chemistry, 74: 139-145.
- Pares, D., Sagure, E., Saurina, J., Sunol, J. J. and Carretero, C. 1998. Functional properties of heat induced gels from liquid and spray_dried porcine blood plasma as influenced by pH. Journal of Food Science, 63: 958-961.
- Park, J. W. 2000. Ingredient technology and formulation development. In J. W. Park (Ed.), Surimi and surimi sea food (pp. 343-391). New York: Marcel Dekker.
- Rawdkuen, S., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Lanier, T. C. 2007. Effect of cysteine inhibitor containing fraction from chicken plasma on autolysis and gelation of Pacific whiting surimi. Food Hydrocolloids, 21: 1209-1216.
- Rawdkuen, S., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Lanier, T. C. 2004a. Chicken plasma protein affects gelation of surimi from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). Food Hydrocolloids, 18: 259-270.
- Rawdkuen, S., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Lanier, T. C. 2004b. Chicken plasma protein: Proteinase inhibitory activity and its effect on surimi gel properties. Food Research International, 37: 156-165.
- Rawdkuen, S., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Lanier, T. C. 2005. Combination effects of chicken plasma protein and setting phenomenon on gel properties and cross-linking of bigeye snapper muscle proteins. LWT, 38: 353-362.
- Reppon, K. D. and Babbitt, J. K. 1993. Proteinase inhibitors affect physical properties of arrowtooth flounder and walleye Pollack surimi. Journal of Food Science, 58: 96-98.
- Sano, T., Noguchi, S. F., Tsuchiya, T. and Matsumoto, J. J. 1988. Dynamic viscoelastic behavior of natural actomyosin and myosin during thermal gelation. Journal of Food Science, 53: 924-928.
- Tabilo-Munizaga, G. and Barbosa-Canovas, G. 2004. Color and texture parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato
- Eakpetch, P., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Kijroongrojana, K. 2008. Effect of protein additives on gelling properties of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) meat. Journal of ASEAN Food, 15, 65-72.
- Gilleland, M. G. and Lanier, T. C. 1997. Investigation into the mechanism of gelation of surimi pastes treated by high isostatic pressures. Food Science, 4: 1-5.
- Jafarpour, A. and Gorczyca, E. M. 2009. Characteristics of sarcoplasmic proteins and their interaction with surimi and kamaboko gel. Journal of Food Science, 74(1), N16-N22.
- Kang, I. S. and Lanier, T. C. 1999. Bovine plasma protein function in surimi gelation compared with cysteine protease inhibitors. Journal of Food Science, 54: 842-846.
- Kang, I. S. and Lanier, T. C. 2000. Heat-induced softening of surimi gels by proteinases. In J. W. Park (Ed.), Surimi and Surimi Seafood (pp. 445-474). New York. Marcel Dekker.
- Laemmli, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage. Nature, 227: 680-685.
- Lanier, T. C. 1991. Interactions of muscle and non-muscle protein affecting heat set gel rheology. In Paris, N. and Barford, R. (Eds). Interactions of Food Protein, PP. 268-284. Washington DC: American Chemical Society.
- Lanier, T. C. 1992. Measurement of surimi composition and functional properties. In: Lanier, T. C., Lee CM., editors. Surimi technology. New York: Marcel Dekker, Inc. pp. 123-63.
- Lee, C. M., Wu, M. C. and Okada, M. 1992. Ingredient and formulation technology for surimi based products. In Surimi technology (pp. 273-302). New York: Marcel Dekker.
- Lowry Q. H., Rosebrough, N. J., Farr, L. A. and Randall, R. J. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. Journal of Biological Chemistry, 193: 256-275.
- Luo, Y., Shen, H., Pan, D. and Bu, G. 2008. Gel properties of surimi from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) as affected by heat treatment and soy protein isolate. Food Hydrocolloids, 22: 1513-1519.
- Morrissey, M. T. and Tan S. M. 2000. World resources for surimi. In J. W. Park (Ed.), Surimi and Surimi Seafood (pp. 1-22). New York. Marcel Dekker.
- Morrissey, M. T., Wu, Y. W. and An, H. 1993. Protease inhibitor effect on torsion measurements and autolysis of Pacific whiting surimi. Journal of Food Science, 58: 1050-1054.

- walleye Pollack surimi paste. Fisheries Science, 60: 107-113.
- Wasson, D. H., Reppond, K. D., Babbitt, J. K., French, J. S. 1992. Effects of additives on proteolytic and functional properties of arrowtooth surimi. J. Aquat. Food prod. Technol. 1(3/4): 147-165.
- Yamashita, T., Araki, H. and Seki, N. 1996. Effects of casein on gelling properties of surimi paste. Fisheries Science, 62: 421-426.
- Yongsawatdigul, J. and Piyadhamviboon, P. 2004. Inhibition of autolytic activity of lizardfish surimi by proteinase inhibitors. Food Chemistry, 87: 447-455.
- starch and egg white. Food Research International, 37: 767-775.
- Tammatinna, A., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Tanaka, M. 2007. Gelling properties of White shrimp (*Penaeus vannamei*) meat as influenced by setting condition and microbial transglutaminase: Journal of Science Direct, 40, 1489-1497.
- Visessanguan, W., Benjakul, S. and An, H. 2000. Porcine plasma proteins as a surimi proteinase inhibitor: effect on actomyosin gelation. Journal of Food Science, 65: 607-611.
- Wan, J., Kimura, I., Satake, M. and Seki, N. 1994. Effect of calcium ion concentration of the gelling properties and transglutaminase activity of

Effect of egg white and whey protein concentrate on gelling properties of kiddi shrimp (*Parapenaeopsis styliфера*) mince

1. Department of fisheries, Faculty of marine natural resources, University of marine science and technology, Khorramshahr. mehdi_1520@yahoo.com
2. Department of fisheries, Faculty of fisheries and environment, University of agriculture science and natural resources, Gorgan.
3. Department of fisheries, faculty of natural resources, University of agriculture science and natural resources, Sari.

Abstract

The properties of kiddi shrimp (*Parapenaeopsis styliфера*) gel added with different levels of egg white (EW) and whey protein concentrate (WPC) (0.5-5%) were studied. Textural parameters of the gels improved by adding EW and WPC up to 3 and 1 percent respectively and then declined ($p \leq 0.05$). The main factor to improve the textural parameters was the proteinase inhibitory effect of these additives as evidenced by the decline on trichloroacetic acid soluble content. The amount of expressible moisture of the gels increased with EW and WPC indicating that more water participated on gel three-dimensional network. Sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis study revealed that myosin heavy chain (MHC) didn't undergo polymerization to a higher extent in the presence of EW and WPC, and the strengthening effect on gel attained in another way except polymerization. Microstructure of gels added with EW and WPC indicated that there was a gelatinous protein structure other than the three-dimensional structure between myofibrils leading to higher textural parameters of gels. On the other hand addition of EW resulted in a higher lightness. Therefore EW and WPC play an important role in improving the gel properties of kiddi shrimp mince.

Keywords: egg white – whey protein concentrate – gel – kiddi shrimp